

FOI/DE 2004/001701

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

DE 04/1467



REC'D 20 AUG 2004

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 31 397.4

Anmeldetag: 11. Juli 2003

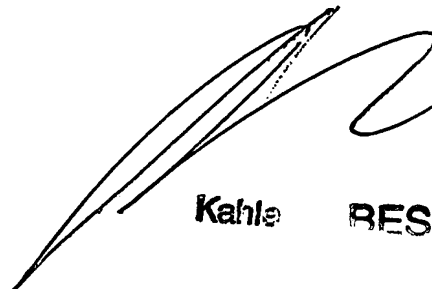
Anmelder/Inhaber: MTU Aero Engines GmbH, 80995 München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Herstellung von Bauteilen einer
Gasturbine sowie entsprechendes Bauteil

IPC: B 22 F 3/115

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Kahle

BEST AVAILABLE COPY

P802798

**Verfahren zur Herstellung von Bauteilen einer Gasturbine sowie
entsprechendes Bauteil**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, nämlich von
5 Schaufelsegmenten, für eine Gasturbine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk.
Weiterhin betrifft die Erfindung ein solches Bauteil, nämlich ein Schaufelsegment, für
eine Gasturbine.

10 Moderne Gasturbinen, insbesondere Flugzeugtriebwerke, müssen höchsten Ansprü-
chen im Hinblick auf Zuverlässigkeit, Gewicht, Leistung, Wirtschaftlichkeit und Le-
bensdauer gerecht werden. In den letzten Jahrzehnten wurden insbesondere auf dem
zivilen Sektor Flugzeugtriebwerke entwickelt, die den obigen Anforderungen voll ge-
recht werden und ein hohes Maß an technischer Perfektion erreicht haben. Bei der
Entwicklung von Flugzeugtriebwerken spielt unter anderem die Werkstoffauswahl,
15 die Suche nach neuen, geeigneten Werkstoffen sowie die Suche nach neuen Ferti-
gungsverfahren eine entscheidende Rolle.

Die wichtigsten, heutzutage für Flugzeugtriebwerke oder sonstige Gasturbinen ver-
wendeten Werkstoffe sind Titanlegierungen, Nickellegierungen (auch Superlegierun-
20 gen genannt) und hochfeste Stähle. Die hochfesten Stähle werden für Wellenteile,
Getriebeteile, Verdichtergehäuse und Turbinengehäuse verwendet. Titanlegierungen
sind typische Werkstoffe für Verdichterteile. Nickellegierungen sind für die heißen
Teile des Flugzeugtriebwerks geeignet.

25 Aus dem Stand der Technik sind zahlreiche Verfahren zur Fertigung von Schaufeln,
insbesondere von Leitschaufeln, für Flugzeugtriebwerke bekannt. Als aus dem Stand
der Technik bekannte Verfahren für die Fertigung von Schaufeln, insbesondere Leit-
schaufeln, seien hier das Schmieden und Feingießen genannt. Schaufelblätter im
Verdichterbereich sind üblicherweise Schmiedeteile, während alle Laufschaufeln und
30 Leitschaufeln der Turbine in der Regel Feingussteile sind. Auch ist es aus dem Stand
der Technik bereits bekannt, Schaufeln mithilfe des ECM-Verfahrens, einer so ge-
nannten einer elektrochemischen Bearbeitung, herzustellen. Nach dem Stand der
Technik wird bei den oben genannten Fertigungsverfahren zur Herstellung der

Schaufeln so vorgegangen, dass jede Schaufel einzeln für sich hergestellt wird. Die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren sind teuer.

- 5 Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, nämlich von Schaufelsegmenten, einer Gasturbine sowie ein entsprechendes Bauteil vorzuschlagen.

- 10 Dieses Problem wird durch ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, nämlich von Schaufelsegmenten, für eine Gasturbine, insbesondere für ein Flugzeugtreibwerk, gelöst, bei dem jedes Schaufelsegment mindestens zwei Schaufeln umfasst, wobei das Schaufelsegment aus mehreren Schaufeln durch pulvermetallurgisches Spitzgießen hergestellt wird. Es ist eine Erkenntnis der hier vorliegenden Erfindung, dass durch Herstellung von Schaufelsegmenten, die mindestens zwei Schaufeln umfassen, mithilfe des pulvermetallurgischen Spitzgießens die Herstellungskosten erheblich reduziert werden können. Vorzugsweise umfasst das Leitschaukelsegment drei oder vier Leitschaufeln.

- 20 Nach einer ersten bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei Schaufeln Formkörper für jede Schaufel getrennt durch Spritzgießen gefertigt, wobei die Formkörper der Schaufeln vor einem Entbindungsprozess zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden. Das Fügen der Schaufeln zum Schaufelsegment erfolgt hier im sogenannten grünen Zustand.

- 25 Nach einer zweiten, alternativen bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei Schaufeln Formkörper für jede Schaufel getrennt durch Spritzgießen gefertigt, wobei die Formkörper der Schaufeln getrennt einem Entbindungsprozess unterzogen werden, und wobei anschließend die Formkörper der Schaufeln zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden. Das Fügen der Schaufeln zum Schaufelsegment erfolgt hier im sogenannten vorgesinterten Zustand.

Nach einer dritten, alternativen bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei

Schaufeln ein gemeinsamer Formkörper für das Schaufelsegment, also für alle Schaufeln des Schaufelsegments, durch Spritzgießen gefertigt. Das Fügen der Schaufeln zum Schaufelsegment erfolgt hier durch Spritzen in einem Werkzeug.

- 5 Das erfindungsgemäße Bauteil ist im unabhängigen Patentanspruch 13 definiert.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

- 10 Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1: ein Blockschaltbild zur Verdeutlichung der einzelnen Verfahrensschritte beim pulvermetallurgischen Spitzgießen; und

15

Fig. 2: ein erfindungsgemäßes Schaufelsegment in perspektivischer Seitenansicht.

- 20 Die hier vorliegende Erfindung betrifft die Herstellung von Schaufelsegmenten einer Gasturbine, insbesondere eines Flugzeugtreibwerks, durch pulvermetallurgisches Spitzgießen. Pulvermetallurgisches Spritzgießen wird auch als Metal Injection Moulding (MIM) bezeichnet. Bevor auf die Details der erfindungsgemäßen Verfahrens eingegangen wird, sollen nachfolgend die Grundzüge des pulvermetallurgischen Spitzgießens unter Bezugnahme auf Fig. 1 dargestellt werden.

25

- In einem ersten Schritt 10 wird ein Metallpulver, Hartmetallpulver oder Keramikpulver bereitgestellt. In einem zweiten Schritt 11 werden ein Bindemittel und ggf. ein Plastifizierungsmittel, z. B. ein Wachs, bereitgestellt. Das im Verfahrensschritt 10 bereitgestellte Metallpulver sowie das im Verfahrensschritt 11 bereitgestellte Bindemittel und Plastifizierungsmittel werden im Verfahrensschritt 12 gemischt und homogenisiert, so dass sich eine homogene Masse ausbildet. Der Volumenanteil des Metallpulvers in der homogenen Masse beträgt dabei vorzugsweise zwischen 50 % und 70 %. Der Anteil von Bindemittel und Plastifizierungsmittel an der homogenen Masse schwankt demnach in etwa zwischen 30 % und 50 %.

Diese homogene Masse aus Metallpulver, Bindemittel und Plastifizierungsmittel wird im Sinne des Schritts 13 durch Spritzgießen weiterverarbeitet. Beim Spritzgießen werden Formkörper gefertigt. Diese Formkörper weisen schon alle typischen Merkmale der herzustellenden Bauteile auf. Insbesondere verfügen die Formkörper über die geometrische Form des zu fertigenden Bauteils. Sie verfügen jedoch über ein um den Bindemittelgehalt sowie Plastifizierungsmittelgehalt vergrößertes Volumen.

Im nachgeschalteten Schritt 14 wird das Bindemittel und das Plastifizierungsmittel aus dem Formkörpern ausgetrieben. Den Verfahrensschritt 14 kann man auch als Endbindungsprozess oder als Entwachsungsschritt bezeichnen. Das Austreiben von Bindemittel und Plastifizierungsmittel kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Üblicherweise erfolgt dies durch fraktionierte, thermische Zersetzung bzw. Verdampfung. Eine weitere Möglichkeit besteht durch Heraussaugen der thermisch verflüssigten Binde- und Plastifizierungsmittel durch Kapillarkräfte, durch Sublimation oder durch Lösungsmittel.

Im Anschluss an den Entbindungsprozess im Sinne des Schritts 14 werden die Formkörper im Sinne des Schritts 15 gesintert. Während des Sinters werden die Formkörper zu den Bauteilen mit den endgültigen, geometrischen Eigenschaften verdichtet. Während des Sinters verkleinern sich demnach die Formkörper, wobei die Dimensionen der Formkörper in allen drei Raumrichtungen gleichmäßig schwinden müssen. Der lineare Schwung beträgt abhängig vom Bindemittelgehalt und Plastifizierungsmittelgehalt zwischen 10 % und 20 %. Das Sintern kann unter verschiedenen Schutzgasen oder unter Vakuum durchgeführt werden.

Nach dem Sintern liegt das fertige Bauteil vor, was in Fig. 1 durch den Schritt 16 dargestellt ist. Falls erforderlich, kann nach dem Sintern (Schritt 15) das Bauteil noch einem Veredelungsprozess im Sinne des Schritts 17 unterzogen werden. Der Veredelungsprozess ist jedoch optional. Es kann bereits auch unmittelbar nach dem Sintern ein einbaufertiges Bauteil vorliegen.

Es liegt im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, Schaufelsegmente aus mehreren Schaufeln durch pulvermetallurgisches Spritzgießen herzustellen. Durch die Kombi-

nation des pulvermetallurgischen Spritzgießens mit der Zusammenfassung von mehreren einzelnen Schaufel zu Schaufelsegmenten, können die Fertigungskosten deutlich reduziert werden. Bevorzugt ist die Zusammenfassung von drei oder vier Leitschaufeln zu einem Leitschaufelsegment, welches durch pulvermetallurgisches

5 Spritzgießen hergestellt wird.

So zeigt Fig. 2 ein Schaufelsegment 18 mit vier Leitschaufeln 19, wobei die vier Leitschaufeln 19 über ein Innendeckband 20 sowie ein Außendeckband 21 miteinander verbunden sind. Jeder Leitschaufel 19 ist ein Abschnitt des Innendeckbands 20 so-
 10 wie des Außendeckbands 21 zugeordnet, wobei die einzelnen vier Leitschaufeln 19 über die jeweiligen Abschnitte von Innendeckband 20 und Außendeckband 21 zusammengefügt bzw. zu dem Schaufelsegment 18 zusammengefasst sind.

Das Zusammenfügen der einzelnen Schaufeln 19 zu dem Schaufelsegment 18 beim
 15 pulvermetallurgischen Spritzgießen kann auf drei unterschiedliche Art und Weisen durchgeführt werden. Eine erste Möglichkeit zum Fügen der Schaufeln zu einem Schaufelsegment kann als Fügen im grünen Zustand bezeichnet werden. Eine zweite Möglichkeit zum Fügen der Schaufeln zu einem Schaufelsegment wird als Fügen im vorgesinterten Zustand bezeichnet, eine dritte Möglichkeit als Fügen durch Spritzen
 20 in einem Werkzeug.

Bevor nachfolgend auf die Details der drei Fügealternativen eingegangen wird, soll vorab angemerkt werden, dass beim Fügen im grünen Zustand sowie beim Fügen durch Spritzen in einem Werkzeug bessere Fügeergebnisse erzielt werden können,
 25 als beim Fügen im vorgesinterten Zustand. Dies liegt daran, dass beim Fügen im grünen Zustand sowie beim Fügen durch Spritzen in einem Werkzeug eine engere Berührung der zu fügenden Flächen gegeben ist, wodurch das Fügeergebnis positiv beeinflusst wird. Es können jedoch auch mit dem Fügen im vorgesinterten Zustand zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden.

30

Bei der ersten Fügealternative, die als Fügen im grünen Zustand bezeichnet wird, werden zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mehreren Schaufeln für jede Schaufel inklusive der jeweiligen Abschnitte von Außendeckband und Innendeckband getrennt Formkörper durch Spritzgießen gefertigt. Diese Formkörper, in denen noch

das Bindemittel und Plastifizierungsmittel enthalten ist, werden dann zu einem Formkörper für das gesamte Schaufelsegment zusammengefasst. Hierzu werden die Formkörper der einzelnen Schaufeln entsprechen der gewünschten Reihenfolge der Schaufeln hintereinander bzw. nebeneinander positioniert, wobei die jeweils be-

6 nachbarten Abschnitte von Außendeckband und Innendeckband einander berühren. Die Position der Formkörper der einzelnen Schaufeln relativ zueinander kann ggf. durch eine Vorrichtung, zum Beispiel durch Klammern, gesichert werden. Der so gebildete Formkörper für das gesamte Schaufelsegment wird darauffolgend einem einheitlichen Entbindungsprozess zum Entfernen des Bindemittels und Plastifizierungsmittels unterzogen. Bei der Erweichung und beim Entzug des Binders aus dem Formkörper werden kleine Unebenheiten in den einander berührenden Fügeflächen ausgeglichen und somit geeignete Kontaktflächen geschaffen. Der Formkörper für das gesamte Schaufelsegment wird dann vorzugsweise entwachst und vorgesintert. Bereits nach dem Vorsintern ist die Verbindung zwischen den einzelnen Schaufeln so

10 fest, dass die Fixierung der einzelnen Formkörper der Einzelschaufeln gelöst werden kann. Im Anschluss erfolgt das eigentliche Sintern des Formkörpers des Schaufelsegments, bis das herzustellende Schaufelsegment vorliegt. Bei dieser Fügealternative kann eine gute Verbindung zwischen den einzelnen Schaufeln des Schaufelsegments erzielt werden, die sich von der Verbindung im Grundwerkstoff so gut wie

15 nicht mehr unterscheiden lässt.

20

Eine Alternative zum Fügen im grünen Zustand ist das Fügen im vorgesinterten Zustand. Auch beim Fügen im vorgesinterten Zustand werden zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mehreren Schaufeln zuerst für jede Schaufel einzelne Formkörper getrennt durch Spritzgießen gefertigt. Diese Formkörper der einzelnen Schaufeln werden getrennt für sich einem Entbindungsprozess unterzogen, um die Formkörper zu entwachsen bzw. um das Bindemittel und das Plastifizierungsmittel aus den Formkörpern der einzelnen Schaufeln zu entfernen. Weiterhin werden nach dieser Alternative die Formkörper der einzelnen Schaufeln getrennt für sich vorgesintert. Beim Vorsintern findet noch kein Schrumpfungsprozess bzw. kein merklicher Schrumpfungsprozess der Formkörper statt. In diesem vorgesinterten Zustand werden die Formkörper der einzelnen Schaufeln zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt. Dieser Formkörper für das Schaufelsegment wird darauffolgend einem einheitlichen Sintern unterzogen. Während des Sinterns muss die

25

30

Position der Formkörper der einzelnen Schaufel zueinander gesichert bzw. fixiert werden. Dies kann zum Beispiel durch Klammern erfolgen. Da jedoch die Klammer die Bewegungsfreiheit des Formkörpers beim Sintern beeinträchtigen kann, lassen sich beim Fügen im grünen Zustand bessere Ergebnisse erzielen als beim Fügen im vorgesinterten Zustand. Die Einschränkung der Bewegungsfreiheit beim Sintern kann nämlich zu ungewünschten Deformationen und Rissen am fertigen Bauteil führen. Das Zusammensetzen der Formkörper der einzelnen Schaufeln im vorgesinterten Zustand verfügt jedoch über den Vorteil, dass beim Entbindungsprozesse, insbesondere beim Entwachsen, die Wanddicken der Einzelteile und nicht die Wanddicke des zusammengesetzten Tells berücksichtigt werden muss. Beim Fügen im vorgesinterten Zustand ergibt sich demnach eine verringerte Prozesszeit für den Entbindungsprozess. Beim Fügen im vorgesinterten Zustand lassen sich demnach Schaufelsegmente schneller herstellen.

Eine weitere Alternative stellt das Fügen durch Spritzen in einem Werkzeug dar. Bei dieser Alternative wird zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mehreren Schaufeln ein gemeinsamer Formkörper für das Schaufelsegment, also für alle Schaufeln desselben beim Spritzgießen gefertigt. Dieser Formkörper für das gesamte Schaufelsegment wird dann als Einheit einem einheitlichen Entbindungsprozess mit nachgeschaltetem, einheitlichen Sintern unterzogen. Auch bei dieser Alternative lässt sich eine einwandfreie Verbindung zwischen den einzelnen Schaufeln herstellen.

Die Alternative des Fügens durch Spritzen in einem Werkzeug lässt sich insbesondere für Schaufeln mit filigranen Kühlkanälen einsetzen. In einem ersten Arbeitsgang wird dann eine Schaufelhälfte hergestellt. Diese Schaufelhälfte wird zusammen mit einem Kern, der die Kühlkanäle abbildet, in ein Formnest für das Spritzgießen eingelegt, das anschließend vollständig gefüllt wird. Der Kern wird anschließend ausgeschmolzen und es liegt dann der Formkörper für das Schaufelsegment vor. Nach dem Einlegen der einen Schaufelhälfte in das Formnest und vor dem Auffüllen des Formnests kann die bereits eingelegte Schaufelhälfte zur Verbesserung der Bindung vorgewärmt werden.

Es soll noch darauf hingewiesen werden, dass es im Sinne der Erfindung selbstverständlich auch möglich ist, ein Schaufelsegment aus zum Beispiel vier Schaufeln

durch zwei Unterschaufelsegmente aus jeweils zwei Schaufeln herzustellen. Die beiden Unterschaufelsegmente aus jeweils zwei Schaufeln könnten zum Beispiel durch Spritzen in einem Werkzeug hergestellt werden, wohingegen diese beiden Unterschaufelsegmente dann durch Fügen im grünen Zustand miteinander verbunden werden können. Es sind jedoch auch andere Kombinationen denkbar.

Mit der hier vorliegenden Erfindung wird erstmals vorgeschlagen, Schaufelsegmente für Gasturbinen aus mehreren Schaufeln durch pulvermetallurgisches Spritzgießen herzustellen. Bei dem Schaufelsegment handelt es sich vorzugsweise um ein Leitschaufelsegment aus mehreren Leitschaufeln für ein Flugzeugtriebwerk.

Bezugszeichenliste

	Schritt	10
	Schritt	11
5	Schritt	12
	Schritt	13
	Schritt	14
	Schritt	15
	Schritt	16
10	Schritt	17
	Schaufelsegment	18
	Leitschaufel	19
	Innendeckband	20
	Außendeckband	21
15		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, nämlich von Schaufelsegmenten, für eine Gasturbine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk, wobei jedes Schaufelsegment mindestens zwei Schaufeln umfasst, und wobei das Schaufelsegment aus mehreren Schaufeln durch pulvermetallurgisches Spitzgießen hergestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaufelsegment als Leitschaufelsegment ausgebildet ist und mindestens zwei Leitschaufeln umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leitschaufelsegment drei oder vier Leitschaufeln umfasst.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim pulvermetallurgischen Spitzgießen zuerst insbesondere ein Metallpulver mit einem Bindemittel zu einer homogenen Masse vermischt wird, wobei anschließend aus der homogenen Masse durch Spritzgießen mindestens ein Formkörper gefertigt wird, wobei der oder jede Formkörper darauffolgend einem Entbindungsprozess unterzogen wird, und wobei im Anschluss durch Sintern der oder jeder Formkörper zu mindestens einem Schaufelsegment mit gewünschten geometrischen Eigenschaften verdichtet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei Schaufeln Formkörper für jede Schaufel getrennt durch Spritzgießen gefertigt werden, wobei die Formkörper der Schaufeln vor dem Entbindungsprozess zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden.
6. Verfahren nach Ansprüche 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Formkörper der Schaufeln vor dem Entbindungsprozess im grünen Zustand zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden.

7. Verfahren nach Anspruche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser Formkörper für das Schaufelsegment darauffolgend einem einheitlichen Entbindungsprozess und einem einheitlichen Sintern unterzogen wird.
- 5 8. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei Schaufeln Formkörper für jede Schaufel getrennt durch Spritzgießen gefertigt werden, wobei die Formkörper der Schaufeln getrennt einem Entbindungsprozess unterzogen werden, und wobei anschließend die Formkörper der Schaufeln zu einem
10 Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden.
- 15 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Formkörper der Schaufeln im vorgesintertem Zustand zu einem Formkörper für das Schaufelsegment zusammengesetzt werden.
- 20 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser Formkörper für das Schaufelsegment darauffolgend einem einheitlichen Sintern unterzogen wird.
- 25 11. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung eines Schaufelsegments aus mindestens zwei Schaufeln ein gemeinsamer Formkörper für das Schaufelsegment, also für alle Schaufeln des Schaufelsegments, durch Spritzgießen gefertigt wird.
- 30 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Formkörper für das Schaufelsegment einem einheitlichen Entbindungsprozess und einem einheitlichen Sintern unterzogen wird.
13. Bauteil, nämlich Schaufelsegment, für eine Gasturbine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk, wobei das Schaufelsegment (18) mindestens zwei Schaufeln (19) umfasst, und wobei das Schaufelsegment (18) aus mehreren Schaufeln (19) durch pulvermetallurgisches Spritzgießen hergestellt ist.

14. Bauteil nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaufelsegment (19) als Leitschaufelsegment ausgebildet ist und mindestens zwei Leitschaufeln (18) umfasst.
- 5 15. Bauteil nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leitschaufelsegment drei oder vier Leitschaufeln umfasst.
- 10 16. Bauteil nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaufelsegment durch ein Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 12 hergestellt ist.

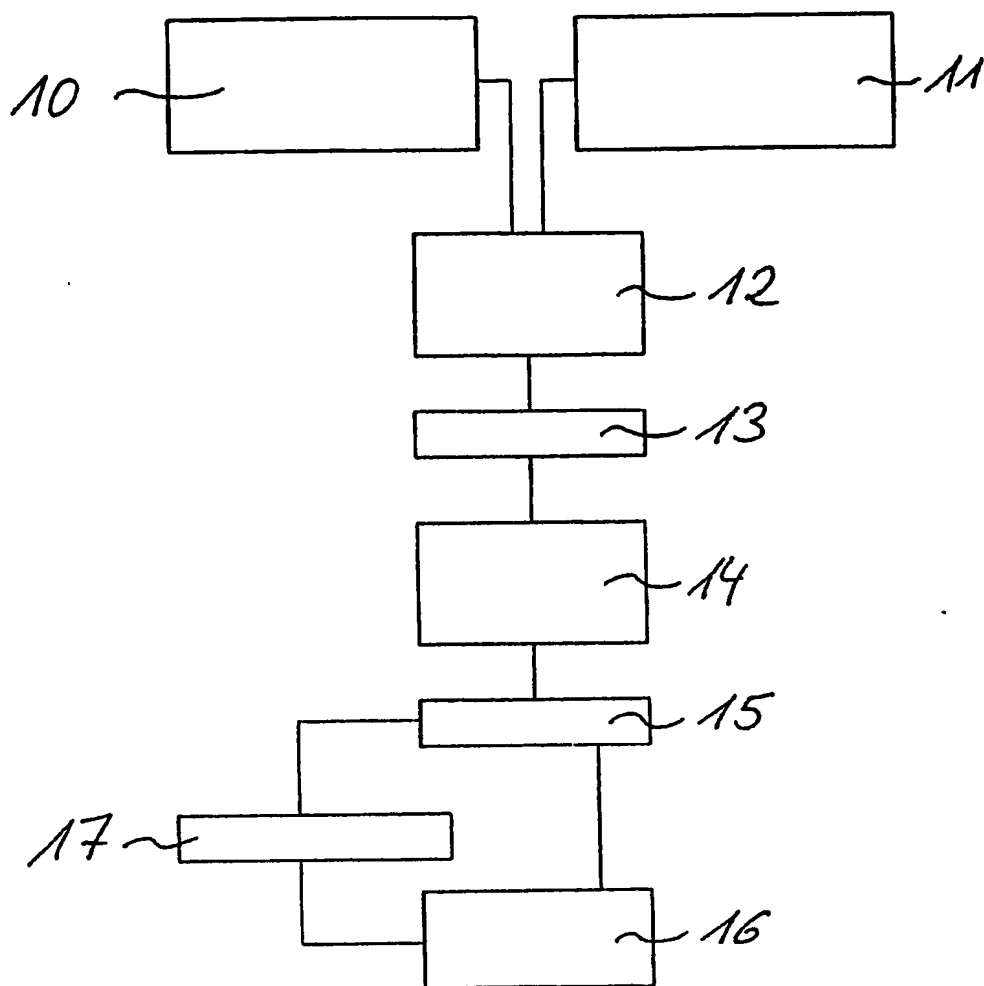


Fig. 1

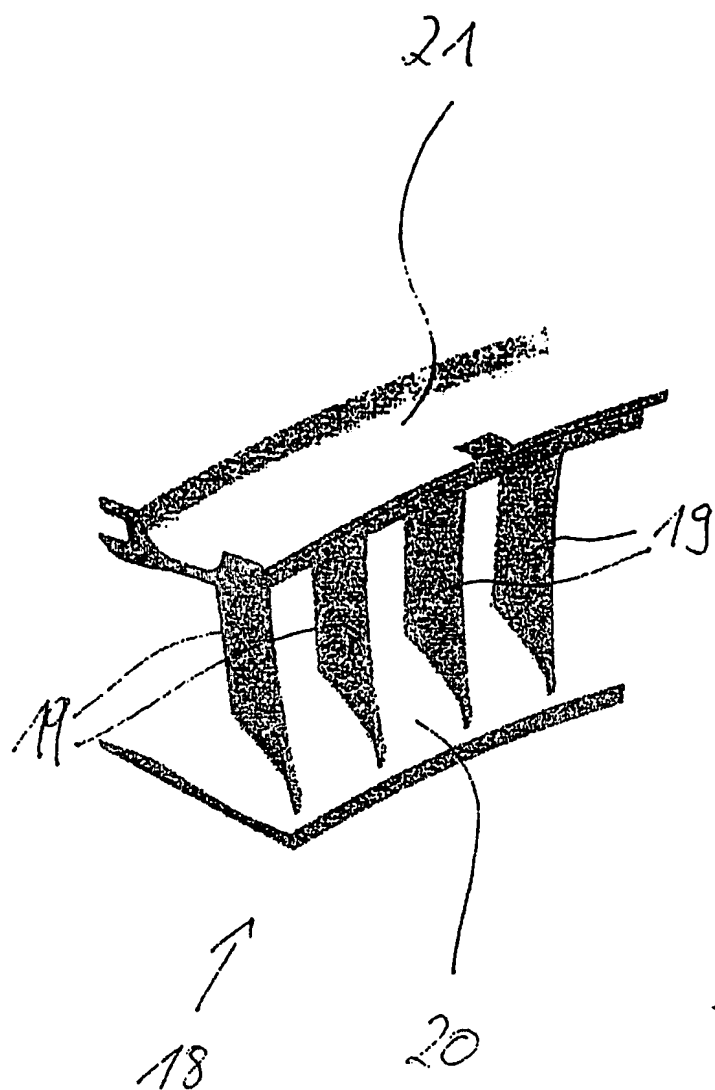


Fig. 2

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen, nämlich von
Schaufelsegmenten, für eine Gasturbine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk,
5 wobei jedes Schaufelsegment mindestens zwei Schaufeln umfasst, und wobei das
Schaufelsegment aus mehreren Schaufeln durch pulvermetallurgisches Spitzgießen
hergestellt wird. Des weiteren betrifft die Erfindung ein derartiges Schaufelsegment
(Fig. 1).

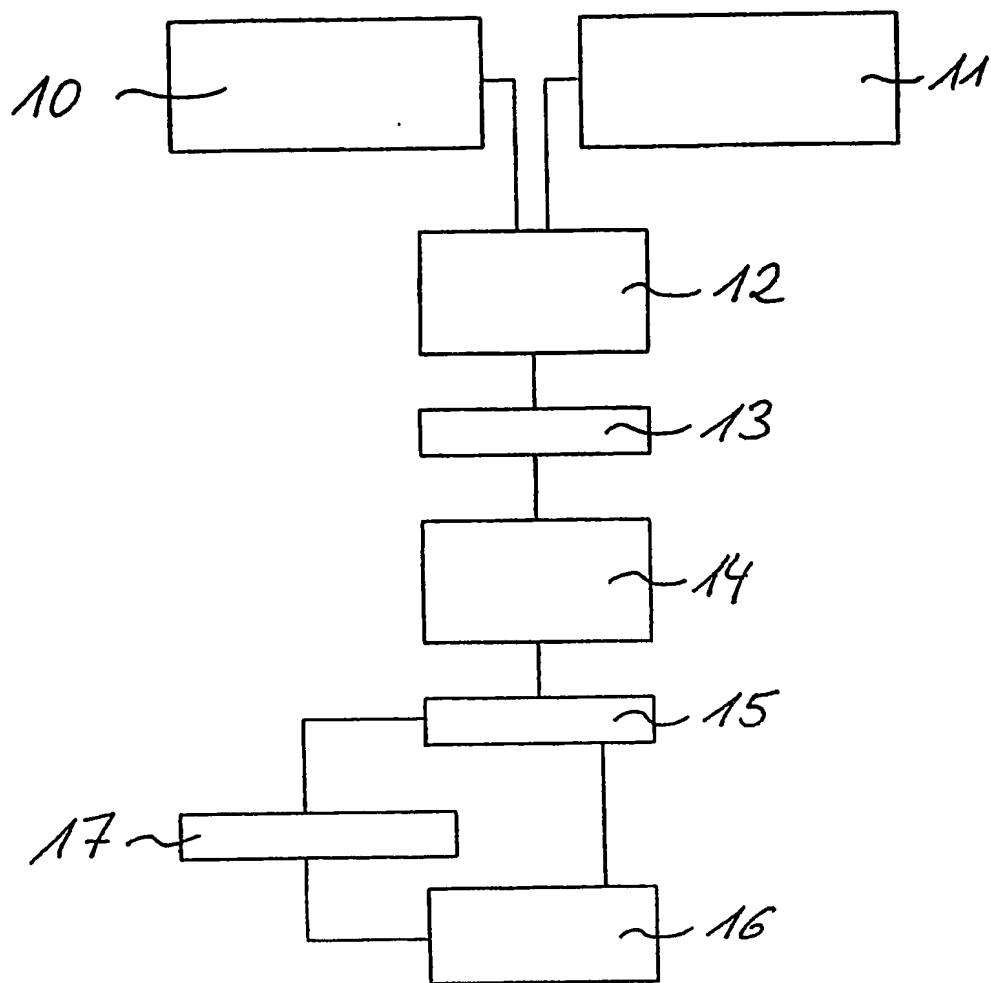


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ ~~BLACK BORDERS~~

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ ~~FADED TEXT OR DRAWING~~

☒ ~~BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING~~

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☒ ~~GRAY SCALE DOCUMENTS~~

☒ ~~LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT~~

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.